

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DE DOSIS DE ÓXIDO DE MAGNESIO EN EL RENDIMIENTO
DEL CULTIVO DE PEPINILLO (*Cucumis sativus* L.) HÍBRIDO EM
AMERICAN SLICER 160 F1 HyB, EN EL DISTRITO DE LAMAS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

PATRICIA RAMÍREZ RIOJA

TARAPOTO - PERÚ

2013

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



TESIS

**EFFECTO DE DOSIS DE OXIDO DE MAGNESIO EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PEPINILLO (*Cucumis
sativus* L.) HÍBRIDO EM AMERICAN SLICER 160 F1 HyB,
EN EL DISTRITO DE LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
PATRICIA RAMÍREZ RIOJA**

**TARAPOTO – PERÚ
2013**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS**

TESIS

**EFFECTO DE DOSIS DE OXIDO DE MAGNESIO EN EL
RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PEPINILLO (*Cucumis
sativus* L.) HÍBRIDO EM AMERICAN SLICER 160 F1 HyB,
EN EL DISTRITO DE LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER
PATRICIA RAMÍREZ RIOJA**

MIEMBROS DEL JURADO



**Ing. M.Sc. César Enrique Chappa Santa María
PRESIDENTE**



**Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
SECRETARIO**



**Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz
MIEMBRO**



**Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
ASESOR**

DEDICATORIA

A mis queridos padres **RENINGER RAMÍREZ Y RUDICINDA RIOJA**, que me orientan y me brindan su apoyo incondicional, por el esfuerzo y dedicación en los momentos difíciles, y por todo el sacrificio que tuvieron que hacer para seguir estudiando.

A los que nunca dudaron que lograría este triunfo, a mis hermanos: Vanessa, Sandro, Viviana, Raphael y Nino, quienes estuvieron presentes en momentos difíciles, pues no hay palabras que decirles, mil gracias a Uds.

Para mis amigos y compañeros que siempre me apoyan y contribuyeron para hacer realidad esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Me complace de sobre manera a través de este trabajo exteriorizar mi sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto en la Facultad de Ciencias agrarias, Escuela Profesional de Agronomía y en ella a los distinguidos docentes quienes con su profesionalismo, ética y conocimiento puesto de manifiesto en las aulas, enrumban a cada uno de los que acudimos, que nos servirán para ser útiles a la sociedad.

A Dios, por guardarme la vida y darme los mejores padres del mundo la cual hicieron realidad que este trabajo de investigación se culmine satisfactoriamente.

Al Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado, asesor del presente trabajo de investigación.

Y a todas las personas que de alguna u otra forma se han visto involucrados con este trabajo de investigación.

I. INTRODUCCIÓN

El pepinillo (*Cucumis sativus* L.), es una hortaliza, originario del sur de Asia, y la India es el primer productor mundial desde hace más de 3000 años. Es el cuarto alimento más producido a nivel mundial superado por la cebolla, el tomate y la col. El *Cucumis sativus*, tiene propiedades hidratantes; ya que su mayor composición es líquida. Tiene escasos hidratos de carbono y también poco aporte calórico. Posee vitamina A, E y C y distintos tipos de vitaminas B como B1, B2 y B3.

El pepino se adapta a una gran variedad de zonas agroecológicas y se puede cultivar desde el nivel del mar hasta los 1300 msnm. Se adapta a temperaturas entre los 18°C a 25°C con un máximo de 32°C. Requiere entre 70 y 90 % de humedad relativa. Es un cultivo con alto requerimiento de agua. El cultivo se favorece con suelos de textura-areno-arcillosa, bien drenados y con un pH entre 5.5 y 6.7. El suelo debe contar con una profundidad efectiva mayor de 60 cm que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos.

La falta de nutrientes de un suelo y las exigencias de un cultivo desde el punto de vista climático, son condiciones primordiales que se debe tener en cuenta cuando se fomenta un cultivo y la necesidad de obtener actualmente nuevas fuentes de energía abre un nuevo campo para la agricultura, y la aplicación adecuada de fertilizantes y condiciones climatéricas, debe contribuir a conseguir este objetivo con la finalidad de asegurar la productividad y calidad nutricional de los cultivos, ofreciendo una seguridad alimenticia e incrementando el contenido de nutrientes de las cosechas.

La producción de pepino puede permitir la obtención de altos ingresos a los agricultores, a través de las nuevas alternativas de cultivo, especialmente si las cosechas son comercializadas eficientemente y los rendimientos por unidad de superficie son elevados; es decir, es una alternativa económica para nuestros productores, por ello que se hace necesario brindarles paquetes tecnológicos que ayuden a obtener mayor productividad de su cultivo.

Actualmente en nuestra región no existen trabajos de investigación aplicando el óxido de magnesio como fuente orgánica en el cultivo del pepinillo. Los antecedentes indican que una buena aplicación de óxido de magnesio al cultivo incrementan las funciones del metabolismo en varios procesos fisiológicos y bioquímicos, incrementando una mayor formación de ATP en los cloroplastos, mayor fijación fotosintética de dióxido de carbono, mayor síntesis de proteínas, incremento de la clorofila, aumento de recarga del floema, incremento de la partición y asimilación de los productos de la fotosíntesis, disminución de la generación de las formas reactivas de oxígeno, así como de la fotooxidación de los tejidos de la hojas, traduciéndose en un incremento del crecimiento y rendimiento de la planta.

Conociendo esta realidad, se realizó esta investigación de aplicación de diferentes dosis de óxido de magnesio para cuantificar y cualificar la producción y obtener una mayor rentabilidad, ya que el producto es 100% natural y presenta elevada pureza química, alta concentración y alta reactividad.

II. OBJETIVOS

- 2.1** Determinar el efecto y la dosis óptima del óxido de magnesio en el rendimiento del cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) híbrido EM American Slicer 160 F1 HyB, bajo las condiciones agro bioclimáticas del distrito de Lamas.
- 2.2** Realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 El pepinillo (*Cucumis Sativus* L.)

3.1.1 Origen del pepinillo

El pepinillo es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 3 000 años (Agro Negocios, 2004).

De la India se extendió a Grecia, luego a Roma y posteriormente se introdujo a China. El cultivo de pepinillo fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó semillas a América (Infoagro, 2007).

3.1.2 Clasificación taxonómica

Maca (2002); reporta la siguiente clasificación taxonómica.

Reino	: Plantae.
Sub. Reino	: Tracheobionta.
Súper división	: Spermathyta.
División	: Magnoliophyta.
Clase	: Magnoliopsida (Dicotiledónea).
Sub. Clase	: Dilleniidae.
Orden	: Violales.
Familia	: Cucurbitaceae.
Género	: <i>Cucumis</i> .
Especie	: <i>Sativus</i>
N.C	: <i>Cucumis sativus</i> L.

3.1.3 Descripción morfológica del pepinillo

Sisai (2003), hace mención al referirse a la morfología del pepinillo:

- A. El sistema radicular**, consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepinillo posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima de las yemas axilares.
- B. El tallo principal**, es de crecimiento muy rápido, blandos, anguloso y algo espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja previsto de zarcillos. En la axila de cada hoja emite un brote lateral compuesto por una o varias flores.
- C. Las hojas**, son ásperas, de coloraciones verdes oscuras con 5 lóbulos dentados y previstos de zarcillos de largo pecíolo.
- D. La flor**, es monoica con flores unisexuales en la misma planta; las masculinas aparecen en las axilas de las ramas secundarias por grupo de cinco, las femeninas, también aparecen en las axilas de las mismas ramas después de las masculinas.
- E. Los frutos**, es dehiscente en pepónide con el epicarpio duro áspero o liso, dependiendo de la variedad, que vira desde un color verde claro, a un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo

largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento y estas se conservan durante ocho a diez años con facultades germinativas.

3.1.4 Importancia del pepinillo

El pepinillo es un gran neutralizador de la acidez del estómago, de la sangre y de la orina, también es laxante y antiinflamatorio del estómago. Es muy conveniente para enfermos de artritis e hígado, el zumo del fruto, tiene valiosas propiedades sobre la piel, también se ha comprobado que el jugo del pepinillo es muy útil en estados febriles y en acidez estomacales, por ser un buen alcalizante (Lerena, 1980).

Camasca (1997), menciona que las hortalizas como alimento son importantes en las comidas por que ayudan a desdoblar grasas saturadas e insaturadas y además aportan proteínas y carbohidratos.

3.1.5 Composición química del pepinillo

El cuadro 1, presenta el valor nutricional del pepinillo común (*Cucumis sativus* L.) descrito por Saldaña (1992) y la composición química del pepinillo híbrido presentado por Wikipedia (2007).

Cuadro 1: Valor nutricional del pepinillo en 100 g de sustancia comestible

COMPONENTE	PEPINILLO COMÚN	PEPINILLO HÍBRIDO
	SALDAÑA (1992)	WIKIPEDIA (2007)
Humedad	96.00	-
Calorías	11.00	-
Agua	96.40 g	95.70 g
Proteínas	0.50 g	0.6 - 1.40 g
Carbohidratos	0.60 g	3.20 g
Fibras	0.40 g	-
Cenizas	0.40 g	-
Calcio	20.00 mg	-
Fósforos	22.00 mg	-
Grasas	-	0.1- 0.60 g
Acido Ascórbico	-	11.00
Acido Pantoténico	-	0.25

Fuente: Saldaña (1992), Wikipedia (2007)

3.2 El pepinillo híbrido y sus particularidades

Sisai (2003), indica que la mayor parte de las variedades cultivadas de pepino son híbridas, habiéndose demostrado su mayor productividad frente a las no híbridas. Se pueden englobar en los siguientes tipos:

A. Pepinillo corto y pepinillo (“tipo español”). Son variedades de frutos pequeños con una longitud máxima de 25 cm, de epicarpio verde y

rayada de amarillo o blanco. Se utilizan para consumo en fresco o para encurtido, en este caso recolectándolos más pequeños. Las variedades pueden ser monoicas, ginoicas con polinizador y ginoicas partenocárpicas (Sisai, 2003).

B. Pepinillo medio largo (“tipo francés”). Variedades de longitud medio (30 - 35 cm), monoica y ginoicas. Dentro de estas últimas se diferencian las variedades cuyos frutos tienen espinas, un epicarpio liso, de tamaño pequeño o mini pepinos (similares al “tipo Almería” pero más cortos) y de floración totalmente partenocarpia (Sisai, 2003).

C. Pepinillo largo (“tipo holandés”). Variedades cuyos frutos superan los 35 cm de longitud, ginoicas, de frutos totalmente partenocárpicos y de epicarpio liso, más o menos asurcada. El tamaño de las hojas es mucho más grande que las demás variedades (Sisai, 2003).

3.2.1 Requerimientos edafoclimáticos

a. Suelos

Camasca (1997), indica que el pepino puede cultivarse en suelos de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica, medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que, si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas presentando un color oscuro y los frutos torcidos. Si la

concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades, el pH óptimo oscila entre 5,5 y 7; a demás (Solorzano, 1993), informa que las hortalizas se adaptan a diferentes suelos, que son factores principales que determinan su adaptabilidad con la textura y el pH y también influye la topografía o relieve del terreno, adaptándose bien a suelos francos arcillosos, franco limoso, franco y franco arenoso, a los que se adaptan el cultivo del pepinillo.

b. Clima

Camasca (1997), menciona que el pepinillo es una planta que requiere una alta humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70 % y durante la noche del 70 - 90 %. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente. Para humedades superiores al 90 % y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas.

Parsons (1989), menciona que las cucurbitáceas se cultivan en climas templados, sub. Tropicales, resisten bien el calor y la falta temporal de agua, pero no soportan heladas. Las cucurbitáceas se desarrollan bien en climas cálidos con temperaturas óptima de 18 a 25 °C, a temperaturas máximas de 32 °C y mínimas de 10 °C, las plantas no

prosperan. Para una adecuada germinación, la temperatura del suelo debe ser mayor de 15°C. Además, los altos niveles de humedad del ambiente favorecen la incidencia de enfermedades fungosas como el mildiu.

Sisai (2003), manifiesta que el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto.

Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20 °C y 30 °C tienen poca incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25 °C, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30 °C se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración. En temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17 °C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C y a temperaturas de 1 °C se produce la helada en la planta.

Para contrarrestar las bajas temperaturas se han empleado doble cubiertas de invernaderos tipo parral lo que permite ser un sistema útil para aumentar la temperatura y la producción del pepino (Sisai, 2003).

3.2.2 Manejo agronómico y sanitario del cultivo

A. Preparación del terreno

Camasca (1997) y Holle y Montes (1995), recomiendan seleccionar un terreno de preferencia con topografía plana, con un grado de pendiente de 2 % como máximo, que disponga de agua para riego. Luego se procede a tomar las muestras de suelo para su respectivo análisis, además es necesario un análisis fitopatológico y hematológico del suelo ya que el pepino es bien susceptible a nemátodos y hongos del suelo.

La preparación del suelo se debe iniciar con la mayor anticipación posible, para favorecer el control de malezas y permitir una adecuada incorporación y descomposición de los residuos vegetales que existen sobre el suelo. La preparación del suelo será diferente de un terreno a otro por los tipos de suelo. Una posible secuencia de preparación de suelo es la siguiente:

- a. Arado (30 centímetros de profundidad).
- b. Rastreado (2 veces).
- c. Nivelado.
- d. Mullido.
- e. Surcado y/o encamado.

Es recomendable levantar el camellón o la cama de siembra por lo menos 20 - 25 centímetros, para proporcionar un drenaje adecuado al cultivo, en especial en la época lluviosa.

B. Siembra

Maca (2002), hace mención que el éxito del establecimiento del cultivo está determinado por la calidad de la semilla, condiciones del suelo y la propia labor de siembra. Al momento de la siembra, el suelo debe estar bien mullido, con suficiente humedad y lo suficientemente firme para que la semilla quede en estrecho contacto con la tierra húmeda. Los distanciamientos entre hileras pueden variar entre 0,80 metros y 1,50 metros; por lo que el distanciamiento entre plantas oscila entre 0,15 m y 0,50 metros. La mayoría de agricultores siembran dos semillas por postura. La densidad de población dependerá entonces de los distanciamientos utilizados.

Solorzano (1993), indica que la siembra es una labor que requiere muchos cuidados ya que va a influir en el éxito o el fracaso de la empresa hortícola.

- **Marcos de plantación**

Para variedades de menor periodo vegetativo y menor altura o longitud, los marcos de plantación suelen ser más pequeños (1,5 m x 0,4 m ó 1,2 m x 0,5 m). La densidad de plantación en las condiciones de trópico puede oscilar entre 11.000 y 13.000 plantas/hectárea. Si el cultivo es más tardío o se pretende alargar la producción, habrá que ampliar los marcos para reducir la densidad de plantación, con el fin de evitar la competencia por la luz y proporcionar aireación (Wikipedia, 2007).

C. Tutoraje

Camasca (1994), sostiene que existen innumerables métodos y prácticas para guiar la planta. El método a usar depende de la especie, la variedad y finalidad de la hortaliza. También los materiales disponibles y el proceso de estos influyen en la determinación del sistema.

- Algunas prácticas son las siguientes:
 - Tutoraje simple.
 - Tutoraje de caballete o encañadura.
 - Empalamiento del tipo trípode pirámide o percha.
 - Enramada y espalderas; consiste de postes y alambres o tejido de alambres, las cuales son amarradas con hilo, piola, pita o junco (Camasca, 1994).
- Las prácticas del amarre y del guiado se hacen por las siguientes razones:
 - Algunas hortalizas adquieren un desarrollo de gran volumen.
 - Se obtiene mayor y mejor exposición al sol de las hojas en menos superficie, lo cual permite una mayor densidad de siembra.
 - Evitar que los productos se ensucien por salpicaduras.
 - Facilitar las labores culturales y el control sanitario. La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. Conforme la planta va creciendo se

va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de ese momento se dirige la planta hasta otro alambre situado aproximadamente a 0,5 m, dejando colgar la guía y uno o varios brotes secundarios (Wikipedia, 2007).

D. Destallado

Este manejo consiste en suprimir todos los brotes laterales para dejar la planta a un solo tallo (Sisai, 2003).

Para algunas variedades como el Stonwell, la poda es muy similar, aunque no se eliminan los brotes laterales, sino que se despuntan por encima de la segunda hoja (Sisai, 2003).

E. Deshojado

Se suprimen las hojas viejas, amarillas o enfermas. Cuando la humedad es demasiado alta será necesario tratar con pasta fungicida tras los cortes (Sisai, 2003).

F. Aclareo de frutos

Deben eliminarse los frutos que por factores de humedad, temperatura, insectos, hongos, los frutos presentan pudriciones epicárpicas donde muchas veces estos frutos infestados producen la caída de frutos partenocárpicos que se encuentran en estados prematuros y de manera racional evitar la presencia de enfermedades en la planta. (Sisai, 2003).

Los frutos curvados, malformados y abortados deben ser eliminados cuanto antes, al igual que aquellos que aparecen agrupados en las axilas de las hojas de algunas variedades, dejando un solo fruto por axila, ya que esto facilita el llenado de los restantes, además de dar también mayor precocidad (Wikipedia, 2007).

G. Fertirrigación

En el cultivo de pepinillo el aporte de nutrientes y agua es de vital importancia, porque permite proveer fuentes esenciales que la planta necesita para realizar actividades metabólicas durante su proceso fenológico (Sisai, 2003).

H. Control de plagas y enfermedades

Sisai (2003), sostiene que las principales plagas del pepinillo son: *Diabrotica* sp., es plaga importante durante las primeras etapas del cultivo ya que pueden desfoliar completamente las plantas jóvenes y que en su gran mayoría de los cultivos se puede prevenir mediante la aplicación de insecticidas sistémicos; otro tipo de plagas son los gusanos perforadores del fruto *Diaphania nitidalis* L. y *Diaphania hyalinata* (Stoll). Importantes durante la etapa de formación del fruto; ya que estos pueden reducir la producción causando así pérdidas económicas, para ello se debe realizar evaluaciones constantes para determinar la incidencia de plagas. También se encuentra la plaga el minador de la hoja *Lyriomiza* sp. Las larvas construyen galerías en las

hojas, ataques severos pueden causar reducciones en la cosecha y en la calidad del fruto.

Pulgones, *Aphis gossypii* (Glover), los adultos y ninfas se alimentan de la savia de las hojas provocando clorosis y deformación del follaje, además son vectores de enfermedades virales (Sisai, 2003).

Mosca blanca, *Bemisia Tabaci* (Gennadius) es vector de varias enfermedades virales (Sisai, 2003).

Maca (2002), menciona que las enfermedades que atacan al cultivo de pepinillo son el mildiú veloso; causado por el cromista *Pseudoperonospora cubensis*, los síntomas son manchas de color amarillo claro limitadas por las nervaduras de la hoja, en el envés de la hoja se observan las estructuras del hongo de apariencia algodonosa.

Pudrición de la raíz y el tallo, *Fusarium solani* f.s. cucurbitae, en la base del tallo se observa una lesión oscura que ahorca a la planta (Maca, 2002).

Antracnosis, causado por el *Colletotrichum orbiculare*, se observan manchas húmedas en el follaje que se expanden por la lámina de la hoja de color marrón, puede atacar tanto al follaje como a los frutos (Maca, 2002).

I. Fisiopatías

- **Quemados de la zona apical del pepino:** se produce cuando el fruto se encuentra expuesto libremente al sol o por excesiva transpiración (Wikipedia, 2007).
- **Rayado de los frutos:** son agrietamientos de poca profundidad de rápida cicatrización que mayormente se producen en épocas frías con cambios bruscos de humedad y temperatura durante el día y la noche (Wikipedia, 2007).
- **Curvado y estrechamiento de la punta de los frutos:** el origen de esta alteración influyen diversos factores:
 - Abonado inadecuado.
 - Deficiencia hídrica.
 - Salinidad.
 - Sensibilidad de la variedad
 - Trips.
 - Altas temperaturas.
 - Exceso de producción, etc. (Wikipedia, 2007).
- **Anieblado de frutos:** se produce un aclareo de frutos de forma natural cuando están recién cuajados: los frutos se amarillan, se arrugan y abortan. Esto se debe a una carga excesiva de frutos, déficit hídrico y de nutrientes (Wikipedia, 2007).

- **Amarilleo de frutos:** parte desde la cicatriz estilar y avanza progresivamente hasta ocupar gran parte del epicarpio del fruto. Las causas pueden ser: exceso de nitrógeno, falta de luz, exceso de potasio, conductividad muy alta en el suelo, fuertes deshidrataciones, etc., (Sisai, 2003).

J. Recolección

El período entre la fructificación y cosecha puede ser de 55 a 60 días, después de la siembra dependiendo del cultivar y de la temperatura (Sisai, 2003).

Generalmente, los frutos se cosechan en un estado ligeramente inmaduro, próximos a su tamaño final, pero antes de que las semillas completen su crecimiento y se endurezcan. La firmeza y el brillo externo son también indicadores del estado pre-maduro deseado (Sisai, 2003).

Para el consumo en fresco, los diferentes cultivares de pepinillo alcanzan varios tamaños cuando han llegado a la madurez comercial. El rango fluctúa entre 20 y 30 cm. de largo y 3 a 6 cm. de diámetro. El color del fruto depende del cultivar, sin embargo, debe ser verde oscuro o verde, sin signos de amarilleos (Sisai, 2003).

En el caso del pepino para encurtido, los frutos son más cortos y su relación largo/ diámetro debe estar entre 2.9 y su color debe alcanzar una tonalidad verde claro (Sisai, 2003).

K. Rendimiento

El cuadro 2, presenta los rendimientos (t/ha), a nivel nacional, regional y rendimientos potenciales.

Cuadro 2. Rendimiento

Rendimientos (t/ha)	
Rendimientos Nacional	10,36
Rendimientos regionales	6,50
Rendimientos Potenciales	15-18

Fuente: Piura Online, 2004

3.2.3 El óxido de magnesio y su efecto en los cultivos

El óxido de magnesio o magnesita calcinada, es un producto 100% natural, obtenido por medio de la calcinación controlada del mineral de magnesita (carbonato de magnesio), y se encuentra en minerales naturales de magnesio. Se obtiene por la quema de cinta de magnesio, que se oxida con una brillante luz blanca, lo que resulta en un polvo. El óxido de magnesio es conocido comercialmente por el nombre de Q-MAG®, el producto presenta elevada pureza química, alta concentración de MgO y alta reactividad (<http://www.magnesita.com.br/es/minerales/oxido-de-magnesio>).

El óxido de magnesio (MgO), es un material de encalado que contiene solamente Mg en una concentración de 60%. Su capacidad de neutralizar la acidez es mucho más elevada que la de otros materiales, pero, por su poca

solubilidad en agua, debe ser molido finamente para que controle adecuadamente la acidez del suelo. Es una fuente excelente de Mg en suelos ácidos que frecuentemente tienen también deficiencia de este nutriente (Espinosa y Molina, 1999).

El magnesio es un elemento esencial para el desarrollo de cualquier cultivo, influenciando directamente su productividad. Es uno de los macronutrientes más exigidos en el metabolismo vegetal, llegando a representar hasta un 3% de la materia seca. Como elemento central de la molécula de clorofila, el magnesio está directamente ligado a la producción de energía, volviendo todas las demás funciones metabólicas dependientes de su actuación (Sequi, 2004).

Tan importante como el conocimiento de las principales funciones metabólicas es el conocimiento de la necesidad de equilibrio de los niveles de magnesio con los niveles de calcáreo y potasio en el suelo. Aunque estudios recientes indiquen, a algunos cultivos, buena tolerancia y desequilibrios en las relaciones de Ca, Mg y K (desde que todos estén disponibles en tenores adecuados), una relación de Ca: Mg equilibrada es importante para la producción, en las raíces, de ácidos orgánicos directamente involucrados en la mayor complejidad del aluminio y en la reducción de la toxicidad de este elemento (Sequi, 2004).

El MgO, cuando es aplicada en dosificaciones económicas suficientes para la reposición del magnesio exportado por los cultivos, su efecto sobre el pH

es mínimo, lo que evita efectos indeseables como indisponibilidad de otros nutrientes, y dispersión de arcilla (alteración de su estructura del suelo, con desplazamiento de arcilla en las capas superficiales) (muy común después de la dosificación excesiva de calcáreo) (Industria Química, 2012).

En todos los casos, la línea Q-MAG® se muestra como la alternativa ideal por presentar los mayores tenores de magnesio en su composición (94% del MgO), elevada pureza (garantizada por riguroso control de calidad), alta reactividad y gran residualidad en el suelo (Industria Química, 2012).

La línea Q-MAG® puede ser utilizada en la siembra por medio de la aplicación en área total, en el surco o mezclada a la tierra de relleno de fosas. Puede ser aplicada aisladamente o asociada a otros productos como el yeso agrícola y calcáreo calcítico, aportando aisladamente el Mg para la composición de mezclas que cumplen las necesidades locales (Industria Química, 2012).

Debido a su alta concentración – 95% del MgO – y reactividad, las dosificaciones intermedias recomendadas son extremadamente reducidas (40 a 200kg), siendo la aplicación del producto extremadamente económica (<http://www.magnesita.com.br/es/minerales/oxido-de-magnesio>).

QuimiNet (2007), indica que el magnesio (Mg), como parte del grupo de nutrientes esenciales para las plantas, es el elemento constituyente principal de la molécula de clorofila, fundamental en la fotosíntesis. Importante en el

llenado de granos y frutos, el magnesio favorece la absorción del fósforo, está muy asociado con el calcio y el potasio y participa como activador enzimático.

El magnesio es muy móvil en el suelo, llega hasta la raíz principalmente por difusión pero también por flujo en masa. La planta lo absorbe como (Mg^{2+}) (QuimiNet, 2007).

La cantidad de magnesio que se mueve por difusión está relacionada con la intensidad del elemento en la solución del suelo, con las propiedades físicas (textura, porosidad), temperatura, humedad del suelo, pH y la capacidad de intercambio catiónico (QuimiNet, 2007).

La asimilación del magnesio por las plantas también está influenciada por la concentración de otros nutrientes cationes como calcio y potasio. Es fundamental en un programa de fertilización; propiciar y conservar una adecuada relación calcio/magnesio, magnesio/potasio y calcio + magnesio/potasio. Estas relaciones contribuyen a un adecuado balance en el suelo para brindar un óptimo equilibrio nutricional a las plantas y por consiguiente excelentes producciones y calidades en las cosechas (QuimiNet, 2007).

3.2.3.1 Deficiencia de magnesio, su importancia y sus causas

Muller (1959), indica que la deficiencia de Mg es muy común en el cafeto y se informa desde muchos países. De su efecto sobre la cosecha, existen

pocos datos. La defoliación, muy común cuando hay deficiencia de magnesio, debe tener influencia sobre la nutrición orgánica.

Se cree que el Mg en la planta tiene alguna relación con la susceptibilidad a enfermedades especialmente fungosas. En Turrialba se opina que cafetos deficientes en Mg, disminuyen su resistencia a ataques fungosos (Muller, 1959) y que las hojas cloróticas deficientes en Mg, son atacadas a menudo por el hongo *Colletotrichion coffeanum* (Lainez, 1962).

Parece que el Mg y la producción de cosechas guardan mucha relación entre sí. En Utah (Johnson, 1957), se observó que, si bien el Mg no produjo aumento en la cosecha de apios, influyó de todos modos en el valor del cultivo a través del mejoramiento de la calidad de su producción. En Kenya aumentó la cosecha del café oro (grano sin pergamino), pero no en forma estadísticamente significativa (Robinson, 1958).

Una de las funciones más conocidas del Mg en la planta es la de ser componente metálico estructural de la molécula de clorofila (Jacob, 1958; Jones, 1951; Pérez, 1955). Interviene en la asimilación y a partir del CO₂ y el H₂O, en transformaciones más complejas e interrelaciones entre carbohidratos, lípidos y proteínas (Adams y Henderson, 1972; Jacob, 1958 y Jones, 1951).

El Mg no sólo es componente de la clorofila (Aikawa, 1963 y Jacob, 1958), pues ésta no contiene más que un 10% del Mg total de la hoja (Jones,

1951). Aparentemente el resto está con el protoplasma y en el jugo celular en forma de sales inorgánicas libres. Además hay Mg en las raíces y en las semillas (Jacob, 1958).

Afecta la formación de varias vitaminas indirectamente porque la actividad de ciertos sistemas enzimáticos en las plantas dependen de la presencia del ion Mg y de la condición coloidal que, a su vez es afectado por el contenido de este elemento (Jacob, 1958). Parece que el Mg promueve especialmente la formación de carotina. Un marcado descenso en la relación Ca/Mg, es la causa de la deficiente formación de vitaminas y el exceso de Ca afecta desfavorablemente el contenido de vitamina C y carotina (Jacob, 1958) que se corrige fertilizando con Mg. Cuando hay deficiencia de Mg, se reduce en definitiva, el contenido de carotina, xantofila y proteína. Tiene influencia decisiva en la división celular (Jacob, 1958).

La deficiencia de Mg en la planta se manifiesta por síntomas característicos muy conocidos. Esta deficiencia puede ser ocasionada no sólo por una real escasez del elemento en el medio nutritivo sino por otras causas tales como: un desbalance entre el Mg y otros cationes del complejo de intercambio, mal drenaje, variación estacional del tiempo (exceso de lluvias) y, etapa del ciclo vegetativo de la planta (Jacob, 1958).

La causa más común de deficiencia es el desbalance entre el Mg y otros cationes del complejo intercambiable, que estando los últimos en proporción mayor a la adecuada, desplazan al Mg o reducen su disponibilidad para la

planta. En el caso de antagonismo iónico y se observa principalmente entre el Mg y K (Adams y Henderson, 1972; Aikawa, 1963; Boynton, 1954; Bull, 1963; Webber, 1960; Sherman, 1952, Mg y Ca (Aikawa, 1963; Boynton, 1954) y Mg y Mn (Aikawa, 1963 y Boynton, 1954).

Contrariamente a esto, hay elementos que facilitan la mayor concentración de Mg en el complejo intercambiable o aumentan su disponibilidad para la planta; tal es el caso del sinergismo entre Mg y N (Bull, 1963; Lainez, 1962; Pérez, 1955; Robinson 1958) y, Mg y P (Jacob, 1958 y Jones, 1951).

En áreas en que la concentración del Mg en el suelo está bajo, pero no deficiente, puede presentarse deficiencia de este elemento (Jones, 1951 y Muller, 1959), si el área tiene un mal drenaje. En cuanto a variación estacional del tiempo (exceso de lluvias, se sabe que inmediatamente después de las lluvias, los elementos Ca y Mg tienen niveles de foliares muy bajos (Muller, 1959), pudiendo ocurrir deficiencia en esta época, mientras que en la estación seca tiene altos niveles.

Es sabido que los frutos tienen alta concentración de Mg y las plantas cuando no disponen del Mg necesario trasladan el Mg de las hojas viejas a los frutos y hojas jóvenes en crecimiento, presentándose entonces visible deficiencia foliar (Muller, 1959; Pérez, 1951), al tiempo de la fructificación.

3.2.3.2 Control de la deficiencia de magnesio por aplicaciones al suelo

Una de las formas de corrección de deficiencia de magnesio en las plantas

es por aplicaciones al suelo de distintos compuestos al voleo en forma de círculo, bajo la proyección del extremo del follaje del árbol (Abonadura Mineral, 1959; Fiester y Walker, 1955).

El Mg del suelo es fácilmente lixiviado, así, después de una cierta cantidad de una cierta cantidad de lluvia artificial en unas pruebas de laboratorio se vio la pérdida de la mitad del Mg disponible; por eso es común la deficiencia de este elemento en suelos tropicales de zonas de alta pluviosidad, donde el intenso lavado y la erosión aumentan la lixiviación de bases, con el consecuente aumento de la acidez del suelo (Robinson, 1958).

El magnesio (Mg), interviene en varias funciones vitales para la planta. Los procesos metabólicos y reacciones en las cuales interviene el Mg son: 1) fotofosforilación (formación de ATP en los cloroplastos), 2) fijación fotosintética del dióxido de carbono (CO_2), 3) síntesis de proteínas, 4) formación de clorofila, 5) recarga del floema, 6) partición y asimilación de los productos de la fotosíntesis, 7) generación de las formas reactivas de oxígeno y 8) fotooxidación de los tejidos de las hojas. En consecuencia varios procesos fisiológicos y bioquímicos críticos para la planta se alteran cuando existe deficiencia de magnesio afectando el crecimiento y rendimiento de la planta. En la mayoría de los casos la intervención del magnesio en procesos metabólicos radica en la activación de numerosas enzimas. Una importante enzima activada por Mg es la ribulosa-1.5-bifosfato (RuBP) carboxilasa, que es una enzima básica en el proceso de la

fotosíntesis y la enzima más abundante de la Tierra (Cakmak y Yacidi, 2010).

El amarillamiento en forma de clorosis intervenal en las hojas viejas de las plantas es uno de los síntomas típicos del estrés causado por la deficiencia de magnesio. Se conoce que hasta el 35% del total de magnesio en las plantas está ligado a los cloroplastos. Sin embargo la presencia de los síntomas de deficiencia de magnesio es altamente dependiente de la intensidad de la luz. La alta intensidad de la luz incrementa la clorosis intervenal y la presencia de manchas de color rojizo en las plantas. Por esta razón, las bien documentadas diferencias de la expresión visual de la deficiencia de Mg entre especies, así como la concentración foliar crítica, pueden estar relacionadas con la intensidad de la luz en un ambiente de crecimiento particular (Cakmak y Yazici, 2010).

Se considera que el daño en las hojas en las plantas deficientes en Mg expuestas a alta intensidad de luz se debe a la mayor generación de especies de oxígeno altamente reactivas (muy nocivas) en los cloroplastos, lo que inhibe la fijación fotosintética del CO₂. Aparentemente, las plantas que crecen bajo condiciones de alta intensidad de luz tienen un mayor requerimiento de Mg que las plantas que crecen bajo condiciones de baja intensidad de luz (Cakmak y Yacidi, 2010).

A pesar del conocido papel del Mg en varias funciones críticas en las plantas, es sorprendente la poca investigación conducida sobre el papel de

esté nutriente en el rendimiento y en la calidad de los cultivos. Por esta razón, a menudo se ha considerado al Mg como el elemento olvidado. Sin embargo, la deficiencia de Mg ha pasado a ser un importante factor limitante en los sistemas de producción intensivos, especialmente en suelos fertilizados sólo con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Existe una preocupación creciente por el agotamiento del Mg en suelos dedicados a la agricultura de alta productividad (Cakmak y Yacidi, 2010).

Debido al alto potencial de lixiviación de cationes y a la interacción de éstos con aluminio (Al) en los suelos altamente meteorizados, la deficiencia de Mg es crítica en suelos ácidos. Uno de los más documentados mecanismos de adaptación de la planta a suelos ácidos es la liberación por las raíces de aniones orgánicos ácidos. Éstos aniones orgánicos quelatan al Al tóxico formando complejos Al-ácido orgánico que neutraliza la fitotoxicidad del aluminio. Se ha documentado ampliamente el hecho de que se requiere de Mg para que la planta pueda liberar efectivamente los iones orgánicos ácidos para modificar una rizosfera cargada de aluminio tóxico (Yang *et al.*, 2007). Al igual que el Mg, el calcio (Ca) es también importante para aliviar la toxicidad de aluminio en suelos ácidos. Sin embargo, el Mg puede proteger la planta contra la toxicidad de aluminio cuando se le añade en niveles micromoleculares, mientras que el calcio ejerce su papel protector en concentraciones milimolares (Silva *et al.*, 2001). Todo esto indica que el Mg tiene efectos muy específicos en la protección de la planta contra la toxicidad de Al (Cakmak y Yacidi, 2010).

Salisbury y Ross (2000), manifiestan que la energía luminosa que absorbe la clorofila se transmite a los electrones externos de la molécula, los cuales escapan de la misma y producen una especie de corriente eléctrica en el interior del cloroplasto al incorporarse a la cadena de transporte de electrones. Esta energía puede ser empleada en la síntesis de ATP mediante la fotofosforilación, y en la síntesis de NADPH. Ambos compuestos son necesarios para la siguiente fase o Ciclo de Calvin, donde se sintetizarán los primeros azúcares que servirán para la producción de sacarosa y almidón. Los electrones que ceden las clorofilas son repuestos mediante la oxidación del H_2O , proceso en el cual se genera el O_2 que las plantas liberan a la atmósfera.

3.2.3.3 Trabajos desarrollados en los cultivos con la aplicación de Magnesio

Hermans *et al.* (2004), cultivaron remolacha azucarera con un nivel adecuado y uno bajo de Mg y midieron los siguientes parámetros: crecimiento de la planta, 2) fijación fotosintética de CO_2 , 3) concentración de clorofila, 4) transporte fotosintético de electrones y 5) concentración de sacarosa en las hojas. Los resultados obtenidos fueron claros. Se observó que existía una alta acumulación de sacarosa en las hojas totalmente expandidas de las plantas deficientes de Mg antes que se presente cualquier cambio notorio en los cuatro primeros parámetros. Las hojas deficientes en Mg acumularon hasta cuatro veces más sacarosa en comparación con las hojas que tenían contenido adecuado de Mg, indicando que existe una severa inhibición del transporte de la sacarosa de las hojas hacia otros órganos de la planta cuando existe deficiencia de Mg.

Cakmak *et al.* (1994 a, b), estudiaron el efecto de la nutrición con Mg en los siguientes factores: 1) crecimiento de la raíz y de la parte aérea de la planta, 2) concentración y distribución de carbohidratos entre la raíz y los órganos de la parte aérea de las plantas y 3) exportación de sacarosa por el floema.

Este estudio se realizó utilizando frijol y trigo. Los resultados mostraron que existe una pronunciada inhibición del crecimiento de la raíz antes que se observe un cambio notable en el crecimiento de la parte aérea de la planta y en la concentración de la clorofila. En consecuencia, la relación parte aérea: raíz, se incrementó en las plantas deficientes en Mg. Este temprano efecto negativo de la deficiencia de Mg en el crecimiento de la raíz, antes de que se desarrolle una clorosis visible en las hojas, es un aspecto crítico para los agricultores por la importancia de un buen sistema radicular en el rendimiento de la planta. Por esta razón, se debe prestar especial atención al estado de nutrición con Mg antes que se presente cualquier síntoma de deficiencia en la planta (Cakmak *et al.*, 1994 a, b).

QuimiNet (2007), manifiesta que la acumulación de carbohidratos en las hojas completamente expandidas es un fenómeno común en las plantas deficientes en Mg. Cakmak *et al.* (1994 a,b), encontraron que la acumulación de Mg fue 3.5 y 9 veces más alta en plantas que empezaban a presentar deficiencia y en plantas bajo severa deficiencia, respectivamente, en comparación con plantas con adecuado suministro de Mg. Las hojas deficientes en Mg también contenían elevadas cantidades de almidón y azúcares reductores. En las plantas de frijol que tuvieron deficiencia de Mg

en el transporte de sacarosa vía floema se presentó antes de que aparezca cualquier efecto adverso en el crecimiento de la parte aérea de la planta. La reposición de Mg a las plantas deficientes restauró la exportación de sacarosa en 12 horas.

Sus síntomas de deficiencia aparecen primero en hojas inferiores (viejas) debido a la alta movilidad del elemento dentro de la planta. Se presentan inicialmente como una leve decoloración amarillenta, pero las nervaduras permanecen verdes. En cultivos como maíz se forman fajas de color amarillento o verde claro en las hojas, mientras que las venas permanecen verdes. En algunos cultivos a medida que la deficiencia progresa, se desarrolla un color rojizo-púrpura, pero las nervaduras permanecen verdes (QuimiNet, 2007).

En palma de aceite comienza una leve decoloración desde la punta de sus folíolos hasta el centro de la hoja dejando las nervaduras verdes. En cítricos se caracteriza por un amarillamiento intervenal en las hojas dejando una porción de tejido color verde en forma de V invertida en la base de la hoja (QuimiNet, 2007).

Pueden presentarse deficiencias de Mg^{2+} en suelos ácidos y arenosos, o en suelos con altos contenidos de amonio (NH_4^{+}) o altas dosis de potasio (K) (QuimiNet, 2007).

3.2.4 Variedades de pepinillo cultivadas en San Martín

Ríos (2006), manifiesta que, la mayor parte de las variedades de pepinillos cultivadas en la región no son híbridas de F1, porque la mayoría de los pequeños productores recolectan semillas de los pepinillos provenientes de la costa peruana y de agro veterinarias que en su mayoría no tiene una certificación necesaria; por lo que han demostrado que la producción del pepinillo es realmente baja y no contempla una buena rentabilidad porque siempre suelen realizar sembríos en extensiones pequeñas. Entre las variedades que más destacan en la región, se encuentran el marketmore, palomar y selecta, por ser de semillas de menor costo a comparación de los híbridos.

3.2.4.1 Características generales de las variedades más cultivadas

Ríos (2006), se caracterizan por que las plantas alcanzan un promedio de 1.7 metros de longitud, presentando frutos largos o medianamente largos, que toman coloración verde (en el caso de madurez técnica o de consumo) a amarillas (madurez botánica), son poco resistentes a plagas y enfermedades en la que mayormente se ve reflejada en parcelas grandes; llegando a producir de 10 a 15 qq/ha. Entre ellas tenemos:

- a) Palomar.** En esta variedad, el color de los frutos en recolección es verde oscuro y de color amarillo cuando ha alcanzado su madurez fisiológica. Tienen ramas uniformes, rugosidades, estrías longitudinales y pocas espinas. Su forma es redondeada o un poco apuntada y de 18 - 25 cm de longitud.

- b) Marketmore.** El fruto presenta un color verde oscuro pero en su total madurez adquiere un color amarillento, posee pocas espinas de coloraciones blanquecinas, alcanzan una longitud de 16 – 25 cm, en donde las rugosidades y las aristas a lo largo del pepinillo, están menos marcadas que en otras variedades.
- c) Selecta.** Son variedades con frutos muy cilíndricos y redondeados en sus extremos. Está casi exento de espinas y es de color verde claro en el momento de la recolección, llegando a quedarse liso y blanco amarillento en la madurez. Su longitud varía entre 15 – 23 cm y el diámetro del fruto de 5.8 – 6.8 cm.

3.2.4.2 Características generales del pepinillo híbrido Em American Slicer 160

F1 H y B

Este pepinillo híbrido americano ha mostrado excelentes características de rendimiento en campos comerciales, presenta frutos de maduración precoz y buenas concentraciones de cosecha, con frutos grandes, rectas y lisas de excelente presentación y sabor. Se desempeña muy bien en condiciones de la costa peruana. Ideal por su adaptabilidad y fruto de alta calidad (Ríos, 2006).

Son plantas vigorosas, de porte medio con buena cobertura foliar, con floraciones predominantes femeninas y previstas de zarcillos. Los frutos son lisos, rectos y cilíndricos, de color verde oscuro, de tamaño promedio entre 20 a 25 cm de largo con una cavidad de semillas muy pequeñas y altamente

variables, son de corto periodo vegetativo en la cual el tiempo de cosecha en verano oscilan de 50 a 55 días después de la siembra y 60 a 70 días en condiciones de invierno/primavera. Pueden alcanzar una producción hasta 100 tn.Ha⁻¹, en buenas condiciones de manejo y factores climáticos. Son plantas monoicas y altamente tolerantes al Mildiu (Ríos, 2006).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo “El Pacífico” de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado en el distrito de Lamas, el cual presenta las siguientes características:

a) Ubicación política

- Distrito : Lamas
- Provincia : Lamas
- Departamento : San Martín
- Región : San Martín

b) Ubicación geográfica

- Latitud Sur : 06° 20´ 15”
- Longitud Oeste : 76° 30´ 45”
- Altitud : 835 m.s.n.m.m.

4.1.2 Antecedentes del campo

El terreno donde se ejecutó el presente trabajo de investigación se destina al sembrío y rotación de cultivos de corto periodo vegetativo como lechuga, repollo, Tomate, brócoli y pepinillo, con una topografía ligeramente inclinada.

4.1.3 Características edafoclimáticas

a) Características climáticas

Ecológicamente el lugar donde se desarrolló el presente trabajo de investigación presenta una zona de vida caracterizada por el Bosque Seco Tropical (bs-T), Holdridge (1970). En el Cuadro 3, se muestra los datos meteorológicos reportados por SENAMHI (2012), que a continuación se indican:

Cuadro 3: Datos meteorológicos, según SENAMHI - 2012

Año	Meses	Precipitación Total Mensual (mm)	Temperatura Media Mensual (°C)	Humedad Relativa Mensual (%)
2012	Junio	57.0	22.8	86
	Julio	45.7	23.0	85
	Agosto	9.4	24.5	81
	Total	112.1	70.3	252
	Promedio	37.4	23.4	84

Fuente: SENAMHI (2012).

b) Características edáficas

El suelo presenta una textura franco arcillo arenoso, con un pH de 6.31 de reacción ácida, materia orgánica se encuentra en un nivel medio de 2.97 %, el nitrógeno tiene un contenido medio de 0.148 % N, el fósforo se encuentra en un nivel alto de 43.28 (ppm), el potasio se encuentra en un nivel medio de 150.24 (ppm). Los resultados descritos se muestran

en el cuadro 4, el análisis físico-químico del suelo del fundo “El Pacífico” donde indica la disponibilidad de macro y micronutrientes existentes en el suelo (Laboratorio de Suelos de la UNSM-T, 2012).

Cuadro 4: Resultado de las características físicas y químicas del suelo

Tratamientos	Clase textural	pH	% MO	% N	P (ppm)	K (ppm)	Ca(meq/ 100g)	Mg(meq/ 100g)
T0	FAA	6.2	2.9	0.145	42.0	124.3	2.73	0.6
	Franco Arcillo Arenoso	Ácido	Medio	Medio	Alto	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
T1	FAA	6.46	3.23	0.162	49.0	170.6	5.49	1.1
	Franco Arcillo Arenoso	Ácido	Medio	Medio	Alto	Medio	Muy Bajo	Bajo
T2	FAA	6.16	2.54	0.127	48.0	160.93	3.03	0.9
	Franco Arcillo Arenoso	Ácido	Medio	Medio	Alto	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
T3	FAA	6.29	2.98	0.149	35.0	160.3	3.40	0.9
	Franco Arcillo Arenoso	Ácido	Medio	Medio	Alto	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
T4	FAA	6.45	3.21	0.161	42.4	135.09	3.11	0.2
	Franco Arcillo Arenoso	Ácido	Medio	Medio	Alto	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo
Promedio	FAA	6.31	2.97	0.148	43.28	150.24	3.55	0.74
	Franco Arcillo Arenoso	Ácido	Medio	Medio	Alto	Medio	Muy Bajo	Muy Bajo

Fuente: Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare de la FCA-UNSM-T (2012)

4.2 Metodología

4.2.1 Tratamientos estudiados

Los tratamientos estudiados, fueron cuatro dosis de óxido de magnesio aplicados en el cultivo de pepinillo híbrido, en 12 tratamientos sin contar con el testigo (sin aplicación de óxido de magnesio). Lo cual para un mejor entendimiento en el cuadro 5 y 6 se detalla las dosis que se empleó en el experimento.

Cuadro 5: Tratamientos estudiados

Tratamientos	Dosis de Óxido de Magnesio/ha
T0(testigo)	0
T1	110 Kg/Ha
T2	220 Kg/Ha
T3	440 Kg/Ha
T4	880 Kg/Ha

Cuadro 6: Distribución de los tratamientos en estudio

Bloques	Tratamientos				
I	T1	T3	T4	T2	T0
II	T4	T2	T0	T3	T1
III	T0	T3	T4	T1	T2

4.2.2 Diseño experimental

Para la ejecución del presente experimento se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres bloques y con cinco tratamientos y con un total de 15 unidades experimentales.

4.2.3 Análisis estadísticos

Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza (ANVA) y la prueba Duncan al 5 % de probabilidad.

4.2.4 Características del experimento:

Cultivo: Pepinillo híbrido EM American Slicer 160 F1 HyB.

❖ Campo Experimental

- Número de Tratamientos : 15
- Área total de Tratamientos : 288.75 m²
- Área total : 520.00 m²

❖ Bloques

- Número de bloques : 03
- Ancho de bloques : 12.50 m
- Largo de los bloques : 18.50 m
- Área total de bloques : 231.25 m²
- Separación entre bloque : 1.00 m

❖ Tratamientos

- Tratamientos por bloque : 05
- Largo de los Tratamientos : 5.50 m.
- Ancho de los Tratamientos : 3.50 m.
- Área de cada Tratamiento : 19.25 m²
- Distanciamiento : 1.00 m entre fila y
0.5 m entre planta.
- Distanciamiento entre par de filas Mellizas: 1.00 m

4.2.5 Conducción del experimento

- a) Preparación del terreno.** Inicialmente se realizó el deshierbo y limpieza del terreno, luego se procedió a remover el suelo con una motocultora con la ayuda de un rastrillo, previa aplicación de gallinaza (6 kg/m²), se removió el suelo con la finalidad de homogenizar y mejorar la textura, como también permitir la aireación y soltura del suelo.

- b) **Demarcación del terreno.** Después de la limpieza del terreno se procedió a delimitar el campo, dividiendo en tres bloques cada uno, con cinco respectivos tratamientos.
- c) **Muestreo y análisis de suelo.** Se procedió a realizar el muestreo del suelo en forma zigzag, apoyado con un tubo muestreador, obteniéndose la muestra a una profundidad de 30 cm. Dicha labor fue realizada el 18/06/12.
- d) **Siembra.** Se realizó en almácigo el 08/06/12, y el trasplante se efectuó el 23/06/12, después de regar cada parcela en horas de la mañana, usando un tacarpo a una profundidad de 3 - 4 cm, con un plantín por golpe, el distanciamiento fue de 1.0 metro entre fila y 0.50 metro entre planta.
- e) **Aplicación del óxido de magnesio.** Fue aplicada antes del trasplante, según los tratamientos establecidos, en forma manual y al voleo bajo.

4.2.6 Labores culturales

a. Tutoraje

Luego de la siembra se colocó postes de madera en la zona por intermedio de las filas mellizas, posteriormente se fijó el alambre galvanizado en forma de tendal. Cuando las plantas de pepinillo tenían la edad o tamaño adecuado (tres semanas después de la siembra), se

procedió a levantar con la rafia cada planta con un amarre en la parte baja de la rama guía.

b. Control de malezas

La eliminación de malezas se realizó cada 20 días después del trasplante en forma manual, utilizando machete, palana y azadón, de acuerdo a la incidencia para evitar la competencia por nutrientes entre el cultivo y la maleza.

c. Aporque

Esta labor se realizó después del trasplante con la ayuda de un azadón, con la finalidad de mantener la humedad del suelo y facilitar el desarrollo radicular de la planta.

d. Riego

Se efectuó con el uso de aspersoras, de acuerdo a la incidencia de lluvias precipitadas.

e. Cosecha

Se realizaron tres cosechas en forma escalonada para cada tratamiento (Cosecha 1 = 45 días dds, Cosecha 2 = 50 días dds; Cosecha 3 = 55 dds. El estado de los frutos cosechados fue antes de completar su madurez fisiológica, con un color verde oscuro.

f. Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron semanalmente de acuerdo al cronograma de actividades establecidas para el experimento.

4.2.7 Variables evaluadas

a) Número de inflorescencia producido por planta

Se procedió a contar las flores emitidas por la planta, cada semana de las 10 plantas seleccionadas por tratamiento de los respectivos bloques.

b) Número de frutos cosechados por planta

Se evaluó el total de frutos cosechado durante las tres cosechas de las 10 plantas seleccionadas por tratamiento de los respectivos bloques.

c) Diámetro de fruto (cm)

Para medir el diámetro del pepinillo se utilizó como herramienta principal al vernier, con la finalidad de obtener medidas con mayor exactitud y fue realizado en la parte media del fruto de las 10 plantas seleccionadas por tratamiento de los respectivos bloques. La medida de todo los frutos cosechados de cada unidad experimental se realizaron individualmente.

d) Longitud de fruto (cm)

Esta actividad se realizó después de la cosecha de cada 10 plantas seleccionadas por tratamiento, donde se utilizó una wincha graduada

para medir el tamaño del fruto desde el ápice distal hacia el ápice terminal.

e) Peso de frutos (g)

Se utilizó una balanza analítica que permitió determinar el peso con mayor exactitud de los frutos de las 10 plantas seleccionadas por tratamiento, de cada bloque en estudio. Todos los frutos cosechados de cada planta fueron pesados individualmente.

f) Rendimiento de frutos en kg.Ha⁻¹

Para determinar esta variable se tuvo en cuenta el rendimiento promedio en peso obtenido de cada parcela, para luego ser estimando a 1 Ha. (10000 m²), esto se calculó multiplicando el rendimiento promedio en Kg de cada planta evaluada de los tratamientos, por la densidad de siembra.

g) Análisis económico

Para determinar este parámetro se tuvo en cuenta el rendimiento en kg de frutos cosechados por hectárea, para luego realizar el análisis económico a través de la relación beneficio costo.

$$\text{Beneficio /Costo} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Rentabilidad} = \frac{\text{Beneficio neto}}{\text{Costo de producción}} \times 100$$

V. RESULTADOS

5.1 Número de inflorescencia por planta

Cuadro 7: Análisis de varianza para el número de inflorescencias por planta (Datos Transformados por \sqrt{x})

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.057	2	0.029	2.742	0.124N.S.
Tratamientos	6.046	4	1.512	144.278	0.000**
Error experimental	0.084	8	0.010		
Total	6.187	14			
$R^2 = 98.6\%$		C.V. = 1.62%		Promedio = 6.17	

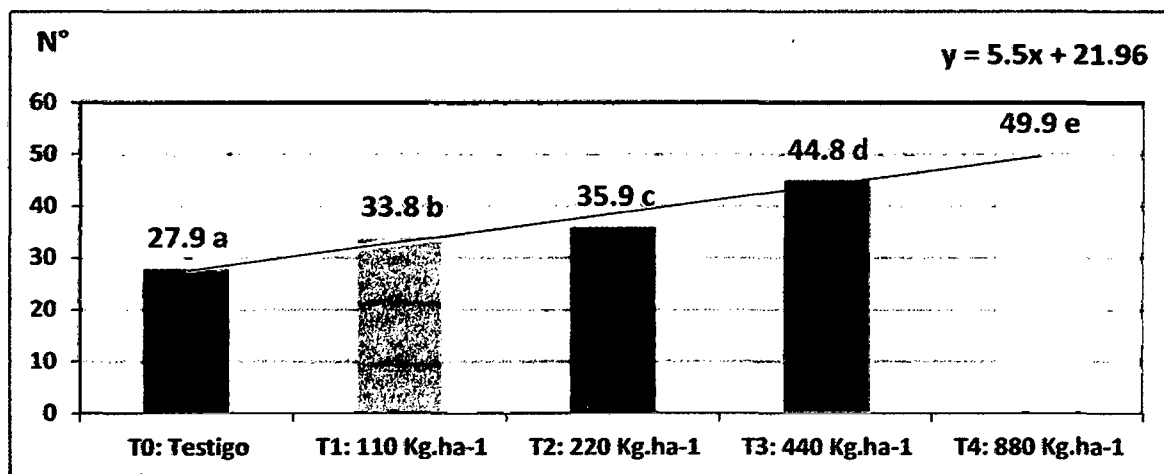


Gráfico 1: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al número de inflorescencias por planta



5.2 Número de frutos cosechados por planta

Cuadro 8: Análisis de varianza para el número de frutos cosechados por planta (datos transformados por \sqrt{x})

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.016	2	0.008	0.865	0.457N.S.
Tratamientos	1.140	4	0.285	30.197	0.000**
Error experimental	0.076	8	0.009		
Total	1.232	14			
$R^2 = 93.9\%$		C.V. = 3.92		Promedio = 2.42	

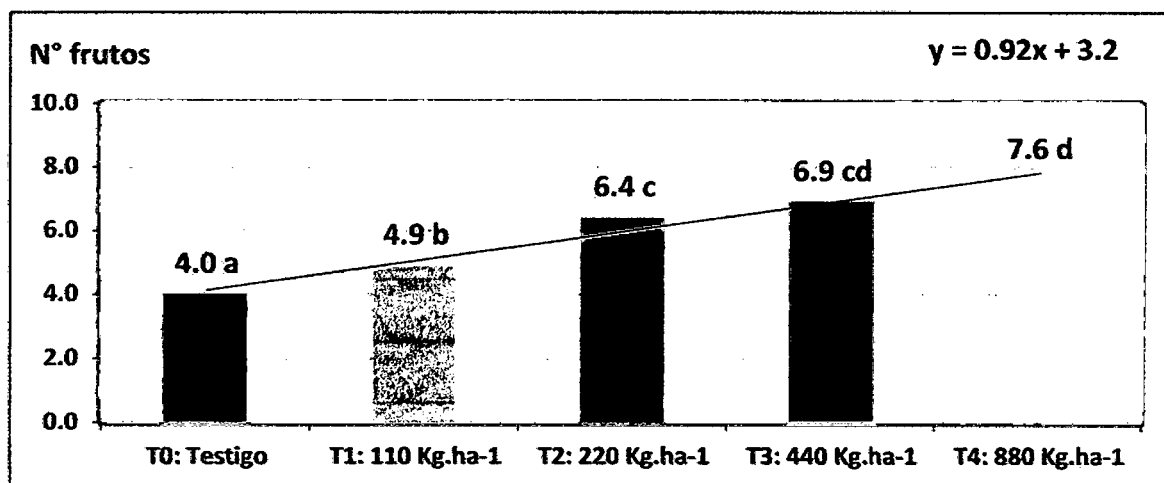


Gráfico 2: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al número de frutos cosechados por planta

5.3 Diámetro del fruto (cm)

Cuadro 9: Análisis de varianza para el diámetro del fruto (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	0.010	2	0.005	0.205	0.819N.S.
Tratamientos	16.441	4	4.110	173.418	0.000**
Error experimental	0.190	8	0.024		
Total	16.641	14			
$R^2 = 98.9\%$			C.V. = 2.93%		Promedio = 5.28

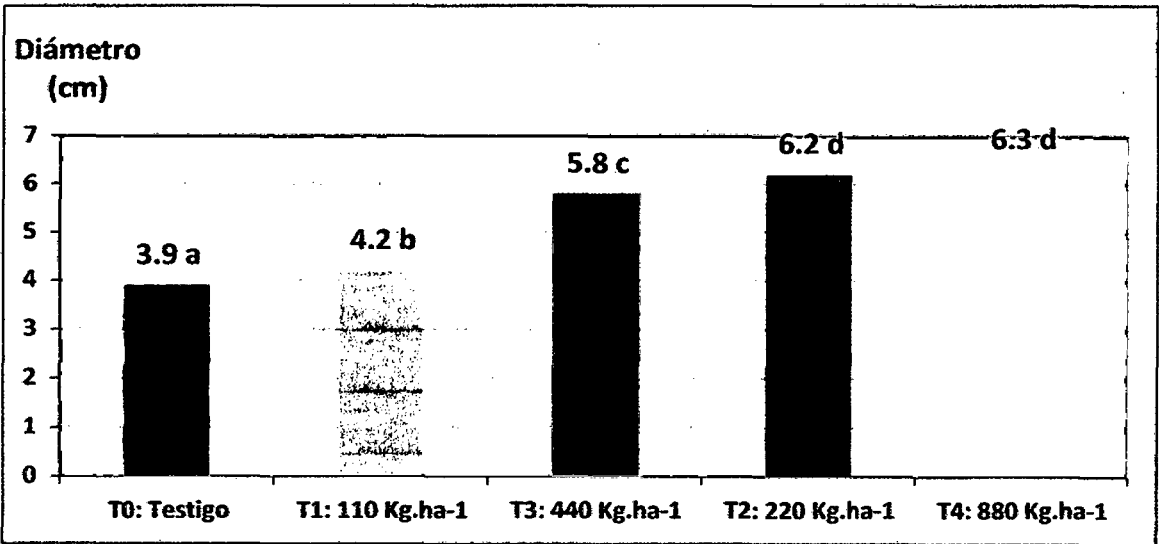


Gráfico 3: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al diámetro del fruto (cm)

5.4 Longitud de fruto (cm)

Cuadro 10: Análisis de varianza para la longitud del fruto (cm)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	38.883	2	19.441	3.958	0.064N.S.
Tratamientos	1518.233	4	379.558	77.265	0.000**
Error experimental	39.300	8	4.912		
Total	1596.415	14			
R ² = 97.5%		C.V. = 6.54%		Promedio = 33.85	

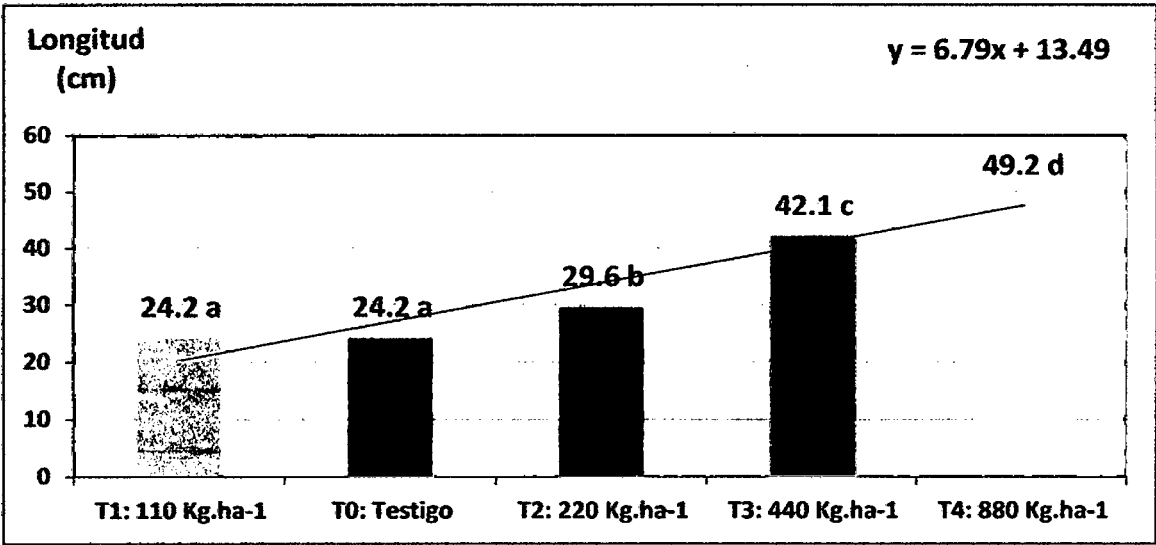


Gráfico 4: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto a la Longitud del fruto (cm)

5.5 Peso de fruto (g)

Cuadro 11: Análisis de varianza para el peso del fruto (g)

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	2109.865	2	1054.933	7.123	0.017*
Tratamientos	86860.269	4	21715.067	146.630	0.000**
Error experimental	1184.755	8	148.094		
Total	90154.889	14			
R² = 98.7%			C.V. = 2.8%		Promedio = 434.81

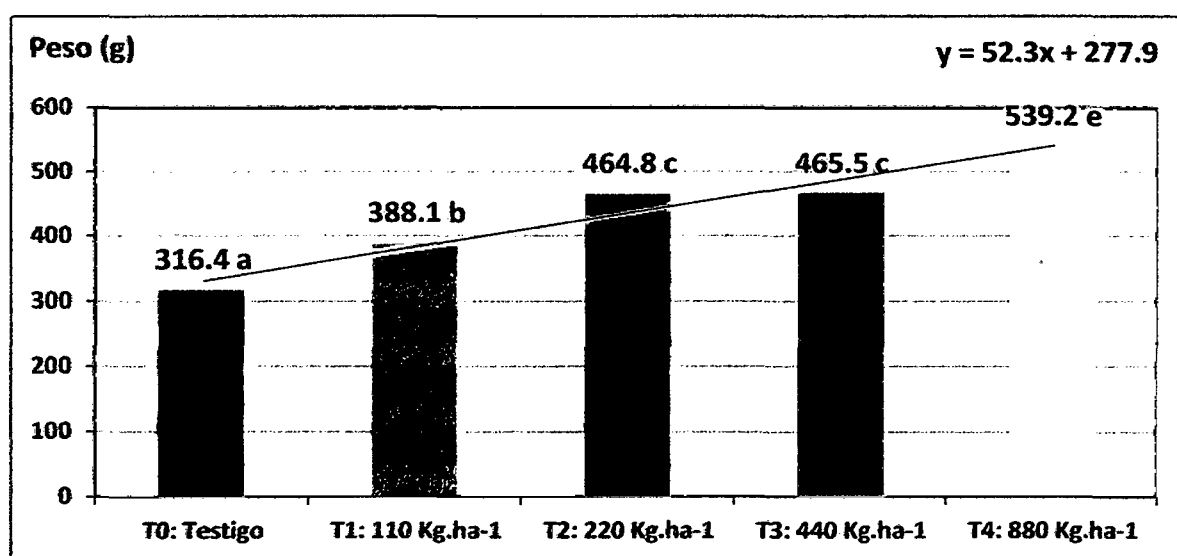


Gráfico 5: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al peso del fruto (g)

5.6 Rendimiento de fruto en kg.ha⁻¹

Cuadro 12: Análisis de varianza para el rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹

F.V.	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	P-valor
Bloques	6.472E7	2	3.236E7	2.315	0.161N.S.
Tratamientos	5.699E9	4	1.425E9	101.933	0.000**
Error experimental	1.118E8	8	1.398E7		
Total	5.875E9	14			
R ² = 98.1% C.V. = 6.95% Promedio = 53764.0					

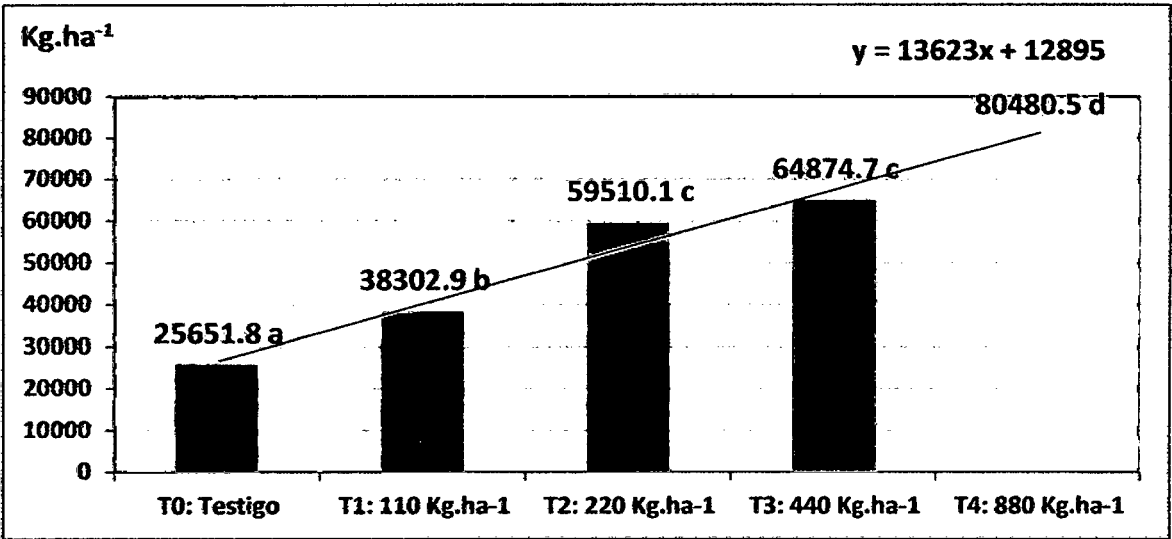


Gráfico 6: Prueba de Duncan al 5% para los promedios de tratamientos respecto al rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹

5.7 Análisis económico

Cuadro 13: Análisis económico de los tratamientos estudiados

Trats	Rdto (cientos.ha ⁻¹)	Costo producción (S/.)	Precio venta x ciento (S/.)	Beneficio Bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	Relación B/C	Rentabilidad (%)
T0	256.51	8317.54	20.00	5130.20	-3187.34	-0.38	-38.00
T1	383.02	8981.67	20.00	7660.40	-1321.27	-0.15	-15.00
T2	595.10	9735.66	30.00	17853.00	8117.34	0.83	83.00
T3	648.75	10854.59	30.00	19462.50	8607.91	0.79	79.00
T4	804.80	13143.64	30.00	24144.00	11000.36	0.84	84.00

VI. DISCUSIONES

6.1. Del número de inflorescencias por planta

El Cuadro 7, presenta el análisis de varianza para el número de inflorescencias por planta, la cual detectó diferencias estadísticas altamente significativas en la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 98.6% explica muy bien el efecto de los tratamientos estudiado sobre el número de inflorescencias por planta. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 1.62% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

Al realizar la prueba de Duncan (Gráfico 1) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor y respecto al número de inflorescencias por planta, se puede observar que el T4 (880 kg.ha⁻¹ de Óxido de Magnesio) obtuvo el mayor promedio con 49.9 inflorescencias por planta superando estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el T0 (Testigo) el que obtuvo el menor promedio con 27.9 inflorescencias por planta.

Por otro lado, el incremento de las dosis de Óxido de Magnesio describió una respuesta lineal positiva sobre el incremento del número de inflorescencias por planta, determinada por su coeficiente de regresión (b) igual a 5.5 y descrita por la ecuación $Y = 5.5 x + 21.96$. Es decir, que por cada kilogramo de Óxido de Magnesio aplicado, describió un incremento de 5.5 inflorescencias por planta en comparación al tratamiento testigo.

sacarosa hacia las raíces, permitiendo un mayor desarrollo de las raíces, para lo cual se traduce que permitió una mayor absorción de las sales minerales, riqueza de la savia bruta y elaborada. Todo este proceso permitió mayores promedios del diámetro del fruto (Hermans *et al.*, 2004; Cakmak *et al.*, 1994 a, b).

Dentro de todos los procesos metabólicos y reacciones que interviene el magnesio en el desarrollo de las plantas, lo más importante es la acumulación y producción de sacarosa en las hojas, la misma que incide en un mayor desarrollo estructural de la planta (Hermans *et al.*, 2004; Cakmak *et al.*, 1994 a, b).

6.4. De la longitud del fruto

En el Cuadro 10, se muestra el análisis de varianza para la longitud del fruto, la cual detectó diferencias estadísticas altamente significativas en la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 97.5% explica muy bien el efecto de los tratamientos estudiados sobre la longitud del fruto. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 6.54% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

Al realizar la prueba de Duncan (Gráfico 4) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor y respecto a la longitud del fruto por planta, se puede observar que el T4 (880 kg.ha⁻¹ de Óxido de Magnesio) obtuvo el mayor promedio con 49.2 cm de longitud del fruto superando estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el T0 (Testigo) y T1 (110 kg.ha⁻¹ de Óxido de

Magnesio), los que obtuvieron los menores promedios con 24.2 cm y 24.2 cm de longitud del fruto respectivamente.

La evaluación de esta variable determinó que el incremento de las dosis de Óxido de Magnesio describió una respuesta lineal positiva sobre el incremento de la longitud del fruto, determinada por su coeficiente de regresión (b) igual a 6.79 y descrita por la ecuación de la línea recta $Y = 6.69x + 13.49$. Es decir, que por cada kilogramo de Óxido de Magnesio aplicado esta describió un incremento de 6.69 cm de longitud del fruto en comparación al tratamiento testigo.

La variabilidad de resultados obtenidos, estuvo directamente relacionado por la versatilidad de la inherencia del efecto del magnesio presente en la molécula de clorofila, que permitió mayor producción, absorción y capitalización de energía; traduciéndose mayor performance de la fotosíntesis que permitió un mayor desarrollo de la longitud del fruto ((QuimiNet, 2007; Johnson, 1957; Pérez, 1955 y 1958; Adams y Henderson, 1972; Aikawa, 1963; Jones, 1951).

6.5. Del peso del fruto

En el Cuadro 11, presenta el análisis de varianza para la el peso del fruto, la cual detectó diferencias estadísticas altamente significativas en la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 98.7% explica muy bien el efecto de los tratamientos estudiados sobre el peso

del fruto. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2.8% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

Al realizar la prueba de Duncan (Gráfico 5) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor y respecto al peso del fruto, se puede observar que el T4 (880 kg.ha⁻¹ de Óxido de Magnesio) obtuvo el mayor promedio con 539.2 gramos de peso de fruto superando estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el T0 (Testigo) el que obtuvo el menor promedio con 316 gramos de peso del fruto.

La evaluación de esta variable también determinó que el incremento de las dosis de Óxido de Magnesio describió una respuesta lineal positiva sobre el incremento del peso promedio del fruto, determinada por su coeficiente de regresión (b) igual a 42.3 y descrita por la ecuación de la línea recta $Y = 42.3x + 277.9$. Es decir, que por cada kilogramo de Óxido de Magnesio aplicado esta describió un incremento de 42.3 gramos del peso del fruto en comparación al tratamiento testigo.

Las aplicaciones crecientes de Óxido de Magnesio (MgO) y el nivel muy bajo de Mg encontrado en el suelo (0.5 meq/100 g), determinó los resultados obtenidos, debido a que el MgO es un material de encalo que contiene Mg en una concentración de 60%, siendo su capacidad de neutralizar la acidez mucho más elevada que la de otros materiales, siendo una fuente excelente de Mg en suelos ácidos que frecuentemente tienen deficiencia de este elemento (Espinosa y Molina, 1999).

6.6. Del rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹

En el Cuadro 12, se muestra el análisis de varianza para el rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹, la cual detectó diferencias estadísticas altamente significativas en la fuente de variabilidad tratamientos. El Coeficiente de Determinación (R^2) con un valor de 98.1% explica muy bien el efecto de los tratamientos estudiados sobre el rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹. El coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 6.95% se encuentra dentro del rango de aceptación establecido por Calzada (1982).

Al realizar la prueba de Duncan (Gráfico 6) con los promedios de tratamientos ordenados de menor a mayor y respecto al rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹, se puede observar que el T4 (880 kg.ha⁻¹ de Óxido de Magnesio) obtuvo el mayor promedio con 80480.5 Kg.ha⁻¹ superando estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el T0 (Testigo) el que obtuvo el menor promedio con 25651.8 Kg.ha⁻¹.

La evaluación de esta variable también determinó que el incremento de las dosis de Óxido de Magnesio describió una respuesta lineal positiva sobre el incremento del rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹, determinada por su coeficiente de regresión (b) igual a 13623 y descrita por la ecuación de la línea recta $Y = 13623 x + 12895$, es decir, que por cada kilogramo de Óxido de Magnesio aplicado esta describió un incremento de 13623 kg.ha⁻¹ en comparación al tratamiento testigo.

En todas las variables estudiadas, la incidencia de una mayor dosis del Óxido de Magnesio determinó un mayor incremento del rendimiento del cultivo del Pepinillo híbrido EM American Slicer 160 F1 Hyb, bajo las condiciones agro bioclimáticas del distrito de Lamas. El Magnesio (Mg) interviene en varios procesos fisiológicos y bioquímicos y el efecto del incremento de las dosis actúa fuertemente en el proceso fotosintético que incrementa la tasa de fijación de CO_2 y por ende la tasa de producción energética necesaria para su desarrollo, entonces un incremento de las dosis de Oxido de Magnesio en el suelo, facilitó un incremento energético y un mejor crecimiento y desarrollo de la planta, traducándose en una mayor producción (FAO, 2002; Johnson, 1957; Cakmak y Yacidi, 2010; Muller, 1959; Pérez, 1951; Hermans, 2004; Cakmak et al., 1994 a,b).

Una concentración de Aluminio determina una menor disponibilidad de Ca y Mg debido presumiblemente a una competencia en la normal absorción y translocación, por lo que es importante indicar que la reacción desarrollada del MgO al ser aplicada en el suelo ha sido efectiva en presencia de humedad en el suelo, y esta reacción generó que los óxidos se transformen en hidróxidos y neutralicen la acidez a través de su OH^- que es una base fuerte y que son más efectivos a corto plazo. El incremento del pH permite la precipitación del Al^{3+} como $\text{Al}(\text{OH})_3$ que es un compuesto insoluble eliminado de esta forma el efecto tóxico del Al^{3+} en las plantas y la principal fuente de iones de H^+ , de igual manera las aplicaciones MgO precipitan el Manganeseo (Mn) y el Hierro (Fe) que en ocasiones se encuentran en exceso en suelos ácidos (Espinosa y Molina, 1999).

6.7. Del análisis económico

En el cuadro 13, se presenta el análisis económico de los tratamientos, donde se pone en valor el costo total de producción para los tratamientos estudiados, esto fue construido sobre la base del costo de producción, rendimiento y el precio actual al por mayor en cientos en el mercado local calculado en S/ 20.00 nuevos soles por ciento para frutos más pequeños (T0 y T1) y de S/. 30.00 nuevos soles para frutos más grandes (T2, T3 y T4).

Se puede apreciar que los tratamientos T0 y T1 arrojaron índices de B/C negativos y los tratamientos T2, T3 y T4 obtuvieron índices B/C positivos de 0.83, 0.79 y 0.84 respectivamente. En términos generales, los tratamientos T2, T3 y T4 generaron rentabilidades positivas con ingresos netos de S/. 8117.34, S/. 8607.91 y S/.11000.36 nuevos soles respectivamente.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1. El tratamiento T4 (880 kg.ha⁻¹ de Óxido de magnesio) obtuvo el mayor promedio respecto al rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹ con 80480.5 Kg.ha⁻¹ superando estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el T0 (Testigo) el que obtuvo el menor promedio respecto al rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹ con 25651.8 Kg.ha⁻¹.
- 7.2. El tratamiento T4 (880 kg.ha⁻¹ de Óxido de Magnesio) obtuvo los mayores y mejores promedios respecto al número de inflorescencia, número de frutos cosechados por planta, longitud del fruto y peso del fruto con 49.9 inflorescencias, 7.9 frutos cosechados por planta, 6.3 cm de diámetro del fruto, 49.2 cm de longitud del fruto y 539.2 gramos de peso del fruto respectivamente.
- 7.3. Las variables número de inflorescencia, número de frutos cosechados por planta, diámetro del fruto, longitud del fruto, peso del fruto y rendimiento de frutos en Kg.ha⁻¹ determinaron respuestas lineales positivas en función al incremento de las dosis de Óxido de Magnesio.
- 7.4. Con el tratamiento T4 (880 kg.ha⁻¹ de Óxido de Magnesio) se obtuvo el mayor ingreso neto de S/. 11000.36 seguido de los tratamientos T2 (220 kg.ha⁻¹ de óxido de magnesio) y T3 (440 kg.ha⁻¹ de óxido de magnesio) con ingresos netos, S/.8117.34 y S/.8607.91 nuevos soles respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1.** Se recomienda la aplicación de 880 kg.ha^{-1} de Óxido de Magnesio en el cultivo del pepinillo híbrido EM American Slicer 160 F1 HyB, bajo las condiciones agrobioclimáticas del distrito de Lamas.
- 8.2.** Seguir evaluando el Óxido de Magnesio a dosis mayores de 880 kg/ha^{-1} en el cultivo del pepinillo híbrido EM American Slicer 160 F1 HyB, buscando una dosis ideal para incrementar la producción del cultivo.
- 8.3.** Validar los resultados obtenidos en otras condiciones edafoclimáticas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Abonadura Mineral. 1959. Alimentos nutritivos principales, elementos menores y recomendaciones de abonos. *Café de Nicaragua* 10(169-170): 20-25, 27-34.
2. Adatia, M.H. Y R.T. Besford. 1986. "The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution". *Ann. Botanic. London - England*. 1986. pp. 58: 343-351.
3. Adams, F. y Henderson, J. B. 1972. Magnesium availability as affected by deficient and adequate levels of potassium and lime. *Soil Science Society of od America. Proocedings* 26(1):65-68.
4. Agronegocios, 2004. "Guía técnica del cultivo de pepinillo". www.agronegisios.org.sv.
5. Aixtron, 2009. "Uso de enmiendas en suelo para mejorar la producción orgánica".
6. Aikawa, K. J. 1963. The role of magnesium in biologic processes. Spring field (Illinois), Charles C. Thomas Publisher, 117 p.
7. Alsina, G, L. 1997. "Horticultura general". Editorial SIntes. Barcelona España. 456 Pág.
8. Bacom, 2009. "Cultivos Agroecologicos" - www.blue-arena.com.
9. Bent, E. 2008. "Lo que no sabíamos del Silicio". Bergamo – Italia. 2008.
10. Bietti, S. y Orlando J. 2003. Nutrición vegetal. Insumos para cultivos orgánicos. Accesado el 20 de abril de 2004. Página Web<http://www.triavet.com.ar/insumos.htm>.

11. Boynton, D. 1954. Response of seedlings cacao trees, under nursery conditions to magnesium and calcium. American Society for Horticultural Science. 20 p.
12. Camasca, V.A, 1997. "Horticultura practica". Imprenta Comercial.
13. Cakmak, I. y Yacidi, A. M. 2010. Magnesium: A forgotten element in crop production. Better Crops 94(2):23-25. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/80910020DC5AEEA6852579A0006A1A3D/\\$FILE/2.%20Magnesio.%20El%20elemento%20olvidado.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/80910020DC5AEEA6852579A0006A1A3D/$FILE/2.%20Magnesio.%20El%20elemento%20olvidado.pdf).
14. Cakmak, I., C. Hengeler, C., and Marschner, H. 1994 a. Partitioning of shoot and root dry matter and carbohydrates in vean plants suffering from phosphorus, potasium and magnesium deficiency. J. Exp. Bot. 45: 1245-1250.
15. Cakmak, I., Hengeler, C., and Marschner, H. 1994 b. Changes in phloem export of sucrose in leaves in responseto phosphorus, potasium and magnesium deficiency in bean plants. J. Exp. Bot. 45: 1251-1257.
16. Epstein, E. 1999. "Silicon. Annu. Revista. Plant Physiol. Plant. Mol. Biol". 50: 641-664.
17. Espinosa J.; Molina E. 1999 Acidez y encalado de suelos. International Plant Nutrition Institute – IPNI. visitado en la web: [http://nla.ipni.net/articles/NLA0072-EN/\\$FILE/Acidez.pdf](http://nla.ipni.net/articles/NLA0072-EN/$FILE/Acidez.pdf)
18. FAO, 2002. Los fertilizantes y su uso. Una guía de bolsillo para los oficiales de extensión. Cuarta edición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - asociación internacional de la industria de los fertilizantes. 87 p.

19. Fiester, E. G. y Walker, D. R. 1955. The apparent absorption of phosphorus and magnesium from sprays applied to the lower surface of McIntosh apple leaves. American Society for Horticultural Science. Proceedings 65: 17-24.
20. Hermans, C., Johnson, G. N., Strasser, R. J. y Verbruggen, N. 2004. Physiological characterization of magnesium deficiency in sugar beet: acclimation to low magnesium differentially affects photosystems I and II. *Planta* 220: 344-355.
21. Holle y Montes, A. 1995. "Manual de enseñanza para la producción de hortalizas". ICCA. Primera Edición. Primera Reimpresión. San José De Costa Rica. 224 p.
22. Industria Química. 2012. Óxido de Magnesio. La línea Q-MAG®. <http://www.magnesita.com.br/es/minerales/oxido-de-magnesio>
23. Jacob, A. 1958. Magnesium fifth major plant nutrient. London, Staples Press; Limited. 159 p.
24. Jensen, W. y Salisbury, F. 1994. Botánica. Primera edición español. Ed. McGraw-Hill, S.A. México. 762 p.
25. Jones, H. 1951. Magnesium as a plant nutrient. Chemistry y Industry (London). 110 p.
26. Johnson, E. 1957. Control of magnesium deficiency in Itah 10B celery grown on organic soil. Soil Science Society of America. 532 p.
27. Jordán y M. Casaretto. 2006. "Fisiología Vegetal". Ediciones Universidad de la Serena, Chile. 2006.
28. Lainez, J. 1962. Relaciones entre los contenidos de cationes en el suelo y en las hojas de plantas de café deficientes en Magnesio. Tesis Mag. Agr.

- Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 88 p.
29. Lerena, G.A. 1980. "Enciclopedia de la huerta". Editorial Mundo Técnico S.R.L. Séptima Edición. Buenos Aires - Argentina. 392 p.
 30. Maca, 2002. "Cultivo de pepinillo". Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios – Colombia. 18p.
 31. Miyake, Y. y E. Takahashi. 1983. "Effect of silicon on the growth of solution-cultured cucumber plant. Soil Science". Plant Nutrition. Pp. 29: 71-83.
 32. Muller, L. 1959. Algunas deficiencias minerales como el cafeto (*Coffea arabica* L.). Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico N° 4. 41 p.
 33. Parson, B.D. 1989. "Cucurbitáceas". Segunda Edición Ediciones Culturales. S.A. México. 56 p.
 34. Pérez, V. 1955. Deficiencia de Magnesio en el cafeto. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura e Industrias. Boletín Técnico N°15. 4 p.
 35. Piura Online. 2004. "Ficha técnica de los cultivos". www.piuraonline.com.
 36. Ponjuan. A. 1979. Química Inorgánica Tomo I, Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana.
http://www.ecosur.net/Sustancias%20Peligrosas/oxido_de_magnesio.html
<http://www.revistaingenieria.uda.cl/Publicaciones/220003.pdf>
 37. Quero, E. 2008. "Protección y conservación para una alimentación sana" www.loquequero.com/portal/index.php
 38. Quiminet. 2007. La absorción del magnesio por las plantas.
<http://www.quiminet.com/articulos/la-absorcion-del-magnesio-por-las-plantas-17604.htm>

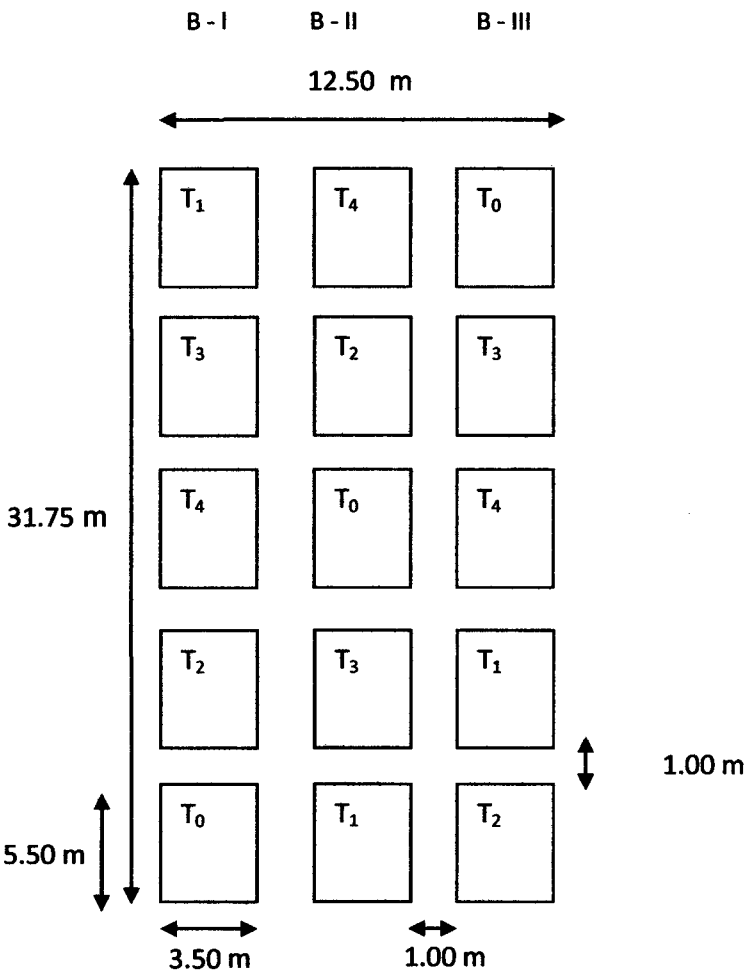
SUMMARY

This research paper entitled "Effect of dose of magnesium oxide in the cultivation of cucumber (*Cucumis sativus* L.) Hybrid EM 160 F1 Hyb American Slicer, in the district of Lamas", was conducted in order to evaluate the effect of four doses of magnesium oxide in the production of culture Gherkin (*Cucumis sativus* L.), was used for the statistical design of randomized complete block, with three blocks and five treatments, whose variables studied were: number of inflorescence produced by plant, number of fruit per plant, fruit weight, fruit length, fruit diameter, yield frutos.Ha⁻¹ (kg), fruit yield in Tn.ha⁻¹ and economic analysis. The results obtained in this investigation indicate that treatment T4 (800 kg ha⁻¹ of magnesium oxide) won the largest and best averages for the variables studied, because that magnesium induced physiological responses that promoted growth, plant development, formation of parthenocarpic fruits increasing the size and weight of the fruit. With T4 treatment (880 kg ha⁻¹ Magnesium Oxide) gave the highest net income of S /. 11000.36 followed by T2 treatment (220 kg ha⁻¹ of magnesium oxide) and T3 (440 kg ha⁻¹ of magnesium oxide) with net income and S/.8117.34 S/.8607.91 soles respectively.

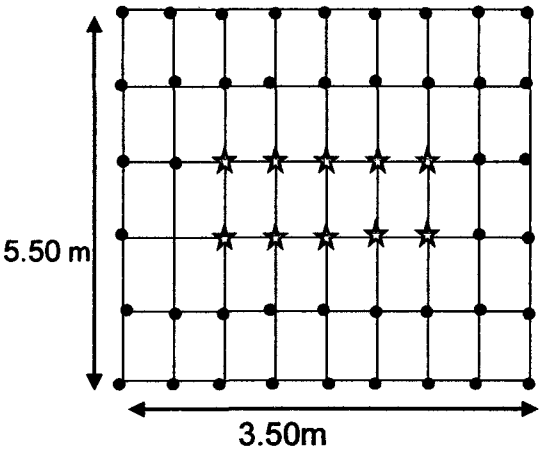
Key Words: Pickle, EM American hybrid variety Slicer 160 F1 Hyb, magnesium oxide, photosynthetic process, and fruit yield kg ha⁻¹.

ANEXO

Anexo 1: Croquis del campo experimental



Anexo 2: Detalle de la unidad experimental



Anexo 3: Costos de producción de 1 ha de pepinillo

ACTIVIDAD	Unidad	T0		
		Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.
1. Materiales y herramientas				534.00
Machetes	Unidad	2	12	24.00
Palanas rectas	Unidad	2	35	70.00
Rastrillo	Unidad	2	15	30.00
Wincha métrica	Unidad	1	10	10.00
Cordel	M	200	0.5	100.00
Postes (sinchinas)	Unidad (1800/10)	5	4	20.00
Caña brava	Unidad	200	0.5	100.00
Alambre Nº 16	Kg.(60/5)	12	5	60.00
Rafia	Kg.	15	8	120.00
2. Preparación del terreno				790.00
Limpieza del terreno	Jornal	4	20	80.00
Alineamiento	Hora	3	50	150.00
Removido del suelo	Hora/maq	8	70	560.00
3. Labores Culturales				2996.51
Espalderamiento	Jornal	20	20	400.00
Siembra	Jornal	8	20	160.00
Desahije	Jornal	5	20	100.00
Deshierbo	Jornal	20	20	400.00
Abonamiento	Jornal	4	20	80.00
Ordenamiento guías	Jornal	20	20	400.00
Riegos	Jornal	10	20	200.00
Cosecha	Jornal	45	20	900.00
Clasif y envase	Jornal	5	20	100.00
Transporte y comercio	Ciento	256.51	1	256.51
4. Insumos				1800.00
Semilla	Kg	2	500	1000.00
Gallinasa	Saco	400	2	800.00
Oxido de Magnesio	Kg	0	4.6	0.00
5. Servicios de terceros				120.00
Análisis de suelo	Unidad	1	50	50.00
Transporte materiales e insumos	Unidad	2	35	70.00
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS				6240.51
Gastos indirectos (imprevist.)	%	5	-	312.03
Leyes sociales de mano de obra	%	50	-	1765.00
COSTO TOTAL				8317.54

ACTIVIDAD	Unidad	T1		
		Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.
1. Materiales y herramientas				534.00
Machetes	Unidad	2	12	24.00
Palanas rectas	Unidad	2	35	70.00
Rastrillo	Unidad	2	15	30.00
Wincha métrica	Unidad	1	10	10.00
Cordel	M	200	0.5	100.00
Postes (sinchinas)	Unidad (1800/10)	5	4	20.00
Caña brava	Unidad	200	0.5	100.00
Alambre N° 16	Kg.(60/5)	12	5	60.00
Rafia	Kg.	15	8	120.00
2. Preparación del terreno				790.00
Limpieza del terreno	Jornal	4	20	80.00
Alineamiento	Hora	3	50	150.00
Removido del suelo	Hora/maq	8	70	560.00
3. Labores Culturales				3123.02
Espalderamiento	Jornal	20	20	400.00
Siembra	Jornal	8	20	160.00
Desahije	Jornal	5	20	100.00
Deshierbo	Jornal	20	20	400.00
Abonamiento	Jornal	4	20	80.00
Ordenamiento guías	Jornal	20	20	400.00
Riegos	Jornal	10	20	200.00
Cosecha	Jornal	45	20	900.00
Clasif y envase	Jornal	5	20	100.00
Transporte y comercio	Ciento	383.02	1	383.02
4. Insumos				2306.00
Semilla	Kg	2	500	1000.00
Gallinasa	Saco	400	2	800.00
Oxido de Magnesio	Kg	110	4.6	506.00
5. Servicios de terceros				120.00
Análisis de suelo	Unidad	1	50	50.00
Transporte materiales e insumos	Unidad	2	35	70.00
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS				6873.02
Gastos indirectos (imprevist.)	%	5	-	343.65
Leyes sociales de mano de obra	%	50	-	1765.00
COSTO TOTAL				8981.67

ACTIVIDAD	Unidad	T2		
		Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.
1. Materiales y herramientas				534.00
Machetes	Unidad	2	12	24.00
Palanas rectas	Unidad	2	35	70.00
Rastrillo	Unidad	2	15	30.00
Wincha métrica	Unidad	1	10	10.00
Cordel	M	200	0.5	100.00
Postes (sinchinas)	Unidad (1800/10)	5	4	20.00
Caña brava	Unidad	200	0.5	100.00
Alambre N° 16	Kg.(60/5)	12	5	60.00
Rafia	Kg.	15	8	120.00
2. Preparación del terreno				790.00
Limpieza del terreno	Jornal	4	20	80.00
Alineamiento	Hora	3	50	150.00
Removido del suelo	Hora/maq	8	70	560.00
3. Labores Culturales				3335.10
Espalderamiento	Jornal	20	20	400.00
Siembra	Jornal	8	20	160.00
Desahije	Jornal	5	20	100.00
Deshierbo	Jornal	20	20	400.00
Abonamiento	Jornal	4	20	80.00
Ordenamiento guías	Jornal	20	20	400.00
Riegos	Jornal	10	20	200.00
Cosecha	Jornal	45	20	900.00
Clasif y envase	Jornal	5	20	100.00
Transporte y comercio	Ciento	595.10	1	595.10
4. Insumos				2812.00
Semilla	Kg	2	500	1000.00
Gallinasa	Saco	400	2	800.00
Oxido de Magnesio	Kg	220	4.6	1012.00
5. Servicios de terceros				120.00
Análisis de suelo	Unidad	1	50	50.00
Transporte materiales e insumos	Unidad	2	35	70.00
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS				7591.10
Gastos indirectos (imprevist.)	%	5	-	379.56
Leyes sociales de mano de obra	%	50	-	1765.00
COSTO TOTAL				9735.66

ACTIVIDAD	Unidad	T3		
		Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.
1. Materiales y herramientas				534.00
Machetes	Unidad	2	12	24.00
Palanas rectas	Unidad	2	35	70.00
Rastrillo	Unidad	2	15	30.00
Wincha métrica	Unidad	1	10	10.00
Cordel	M	200	0.5	100.00
Postes (sinchinas)	Unidad (1800/10)	5	4	20.00
Caña brava	Unidad	200	0.5	100.00
Alambre N° 16	Kg.(60/5)	12	5	60.00
Rafia	Kg.	15	8	120.00
2. Preparación del terreno				790.00
Limpieza del terreno	Jornal	4	20	80.00
Alineamiento	Hora	3	50	150.00
Removido del suelo	Hora/maq	8	70	560.00
3. Labores Culturales				3388.75
Espalderamiento	Jornal	20	20	400.00
Siembra	Jornal	8	20	160.00
Desahije	Jornal	5	20	100.00
Deshierbo	Jornal	20	20	400.00
Abonamiento	Jornal	4	20	80.00
Ordenamiento guías	Jornal	20	20	400.00
Riegos	Jornal	10	20	200.00
Cosecha	Jornal	45	20	900.00
Clasif y envase	Jornal	5	20	100.00
Transporte y comercio	Ciento	648.75	1	648.75
4. Insumos				3824.00
Semilla	Kg	2	500	1000.00
Gallinasa	Saco	400	2	800.00
Oxido de Magnesio	Kg	440	4.6	2024.00
5. Servicios de terceros				120.00
Análisis de suelo	Unidad	1	50	50.00
Transporte materiales e insumos	Unidad	2	35	70.00
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS				8656.75
Gastos indirectos (imprevist.)	%	5	-	432.84
Leyes sociales de mano de obra	%	50	-	1765.00
COSTO TOTAL				10854.59

ACTIVIDAD	Unidad	T4		
		Cant.	Precio Unit. S/.	TOTAL S/.
1. Materiales y herramientas				534.00
Machetes	Unidad	2	12	24.00
Palanas rectas	Unidad	2	35	70.00
Rastrillo	Unidad	2	15	30.00
Wincha métrica	Unidad	1	10	10.00
Cordel	M	200	0.5	100.00
Postes (sinchinas)	Unidad (1800/10)	5	4	20.00
Caña brava	Unidad	200	0.5	100.00
Alambre N° 16	Kg.(60/5)	12	5	60.00
Rafia	Kg.	15	8	120.00
2. Preparación del terreno				790.00
Limpieza del terreno	Jornal	4	20	80.00
Alineamiento	Hora	3	50	150.00
Removido del suelo	Hora/maq	8	70	560.00
3. Labores Culturales				3544.80
Espalderamiento	Jornal	20	20	400.00
Siembra	Jornal	8	20	160.00
Desahije	Jornal	5	20	100.00
Deshierbo	Jornal	20	20	400.00
Abonamiento	Jornal	4	20	80.00
Ordenamiento guías	Jornal	20	20	400.00
Riegos	Jornal	10	20	200.00
Cosecha	Jornal	45	20	900.00
Clasif y envase	Jornal	5	20	100.00
Transporte y comercio	Ciento	804.80	1	804.80
4. Insumos				5848.00
Semilla	Kg	2	500	1000.00
Gallinasa	Saco	400	2	800.00
Oxido de Magnesio	Kg	880	4.6	4048.00
5. Servicios de terceros				120.00
Análisis de suelo	Unidad	1	50	50.00
Transporte materiales e insumos	Unidad	2	35	70.00
TOTAL DE GASTOS DIRECTOS				10836.80
Gastos indirectos (imprevist.)	%	5	-	541.84
Leyes sociales de mano de obra	%	50	-	1765.00
COSTO TOTAL				13143.64

Anexo 4: Fotografías tomadas IN SITU

Foto 1: Preparación del terreno

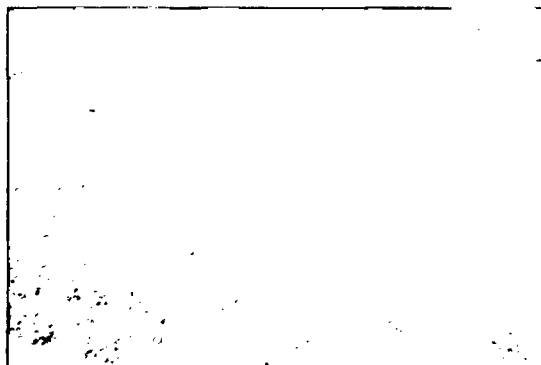


Foto 2: Trazado de bloques

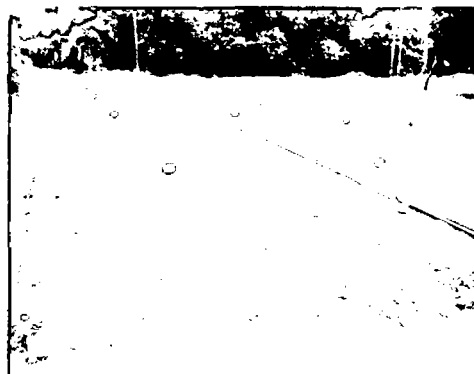


Foto 3: Aplicación de Oxido de Mg.



Foto 4: Cultivo en crecimiento



Foto 5: Control de malezas



Foto 6: Aporque del cultivo



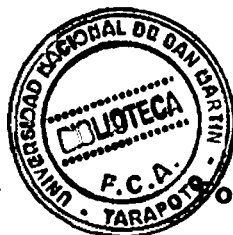


Foto 7: Evaluaciones de flores



Foto 8: Frutos cosechados

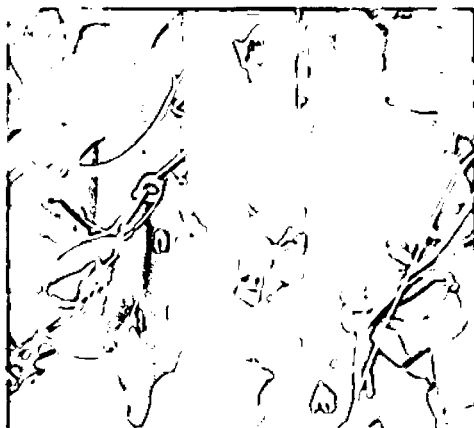


Foto 9: Pesado del fruto

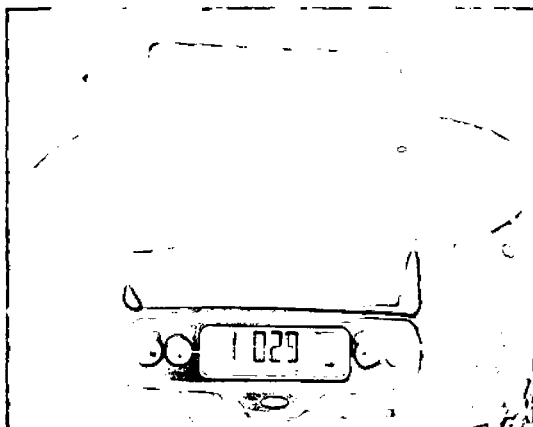


Foto 10: Medición del diámetro



Foto 11: Medición de la longitud

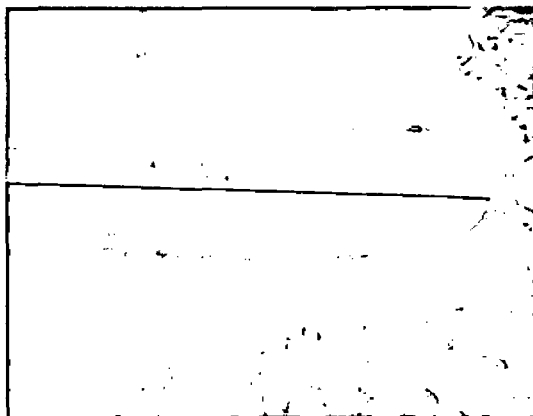


Foto 12: Cosecha

